Aus der Universitäts-Kinder-Klinik zu Breslau
(Direktor: Professor Dr. Stolte)

Das Verhalten der QRS-Zeit und der „Anstiegzeit" im Ekg

bei Kindern nach körperlicher Anstrengung im Vergleich zu anderen Kriterien der Kreislaufunktionsprüfungen

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Medizinischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Maria Domogalla
aus Breslau

Breslau 1940
Druck: Hochschulverlag Karl Vater, Breslau 5, Siebenhufener Straße 11-15

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Breslau.
Referent: Prof. Dr. Stolte.
Dekan: Prof. Dr. Gottron.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545807_0146

Inhaltsübersicht

Seite

I. Einleitung 7

II. Auswahl des Untersuchungsgutes 9

III. Versuchsanordnung 9
1. Art der Belastung
2. Ekg-Aufnahme
3. Bestimmung von Blutdruck und Puls

IV. Methode der Ausmessung 10

V. Gesichtspunkte für die Auswertung 11

VI. Untersuchungsergebnisse 12
1. Das Verhalten der QRS-Dauer 12
a) bei Angehörigen von HJ. und BDM.
b) bei herzgesunden Klinikpatienten
c) bei Herzgeschädigten im klinischen Sinne
2. Das Verhalten der R-Anstiegzeit 17
3. Das Verhalten des Blutdrucks 17
4. Das Verhalten der Herzfrequenz 19
5. Formale Veränderungen im Ekg vor und nach Belastung 19
6. Gegenüberstellung der in VI 1—5 angeführten Untersuchungsergebnisse 22

VII. Die klinische Bedeutung gestörter Partialfunktionen . 23

VIII. Zusammenfassung 24

I.

Einleitung.

In den letzten Jahren wurde das Ekg auch in der Kinderheilkunde in den Dienst der sogenannten Herzfunktionsprüfung gestellt. Ebenso wie bei den klinischen Kreislauffunktionsprüfungen nach den verschiedensten Kriterien vorgegangen wird, so ist dies auch in der Belastungselektrokardiographie der Fall. Neben dem Verhalten der einzelnen Zacken hinsichtlich ihrer Höhe vor und nach der Belastung wurde vor allem die PQ-Dauer und die Lage der ST-Strecke diagnostisch ausgewertet. Schellong hat unseres Wissens als erster die Veränderungen der QRS-Dauer nach Kreislaufbelastung verfolgt und ihre Beurteilung im Rahmen einer Herzfunktionsprüfung ausgearbeitet.

Schellong gab folgende Richtlinien zur Bewertung der QRS-Zeit: Mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten bei der Angabe absoluter Zahlen für die QRS-Breite (Methode der Ausmessung s. S. 10) interessiert dabei weniger die absolute QRS-Dauer in Ruhe und nach Belastung, als vielmehr ihre Veränderung durch die Belastung. Somit ist man bei der Abgrenzung an keine bestimmten Punkte gebunden. Für die Beurteilung der Herzfunktion ist entscheidend, ob im Einzelfalle bei Ausmessung nach gleichen Kriterien eine Verkürzung oder eine Verlängerung des bewerteten QRS-Abschnittes eintritt. Je nach der dem Einzelfall angepaßten Ausmessungsart (s. u.) wird die ganze QRS-Zeit oder manchmal auch nur ein Teil derselben berücksichtigt, wobei dann die Veränderungen des ausgemessenen Abschnittes der QRS-Dauer durch die Belastung im Sinne der Funktionsprüfung bewertet werden.

Nach diesen Vorbemerkungen sei des näheren auf die Auswertung Schellongs eingegangen. Er unterscheidet zunächst zwischen primären und sekundären Veränderungen.

Primäre Veränderungen der QRS-Dauer sind solche, die sofort nach Beendigung der Arbeit nachweisbar sind, also im ersten Ekg nach der Belastung zur Darstellung kommen. Jene Veränderungen, die später — 5 Minuten und 10 Minuten nach der Belastung — auftreten, werden als sekundär bezeichnet.

Für die primären Veränderungen gilt nach Schellong folgendes Verhalten als normal: Die QRS-Zeit verkürzt sich um mehr als $^2/_{1000}$" (sec.) (primäre Verkürzung). In pathologischen Fälen bleibt die Verkürzung trotz Frequenzanstiegs aus, oder es kommt sogar zu einer Verlängerung (primäre Verlängerung). Zwischen diesen beiden diagnostisch eindeutigen Extremen gibt es Fälle, die sofort nach Belastung eine QRS-Verkürzung von weniger als $^2/_{1000}$" aufweisen. Veränderungen dieser Größenordnung gehören in das Gebiet der meßtechnisch bedingten Fehlerbreite. Zur diagnostischen Bewertung muß man in solchen Fällen auf die sekundären Veränderungen achten oder den Patienten einer erneuten, stärkeren Belastung unterziehen.

Die sekundären Veränderungen (2 Minuten und später nach Beendigung der Belastung) sind normalerweise dadurch gekennzeichnet, daß die Ruhewerte wieder erreicht werden. In pathologischen Fällen werden sie überschritten, indem es zu einer sekundären Verlängerung kommt, die größer ist als die primäre Verkürzung. Fälle mit unsicherer primärer QRS-Verkürzung (weniger als $^2/_{1000}$") sind dann als pathologisch zu bewerten, wenn sie eine eindeutige sekundäre Verlängerung aufweisen, d. h. eine Verlängerung, die größer ist als die primäre Verkürzung. Schwierig deutbar sind dagegen jene Fälle, die zunächst eine normale primäre Verkürzung zeigen, danach aber eine sekundäre Verlängerung, die größer als $^2/_{1000}$", aber kleiner als die primäre Verkürzung ist. Möglicherweise handelt es sich dabei um Restzustände einer Herzmuskelerkrankung oder um eben beginnende Störungen (Schellong). Beispiele für die Bewertung der QRS-Dauer nach Belastung sind aus dem Buche „Regulationsprüfung des Kreislaufs" von Schellong S. 62 zu ersehen.

Unsere Aufgabe war es nun, an 50 Kindern Kreislauffunktionsprüfungen anzustellen und die verschiedenen Möglichkeiten funktioneller Kreislaufdiagnostik nebeneinander durchzuführen. Dabei wurden berücksichtigt:

1. Das Verhalten der QRS-Dauer,
2. das Verhalten der R-Anstiegzeit,
3. das Verhalten des Blutdrucks,
4. das Verhalten der Herrzfrequenz,
5. die formalen Veränderungen im Ekg vor und nach Belastung.

II.

Auswahl des Untersuchungsgutes.

Die Gesamtzahl unserer Fälle beträgt 50; davon waren vier Fälle wegen technischer Mängel bei der Ekg-Aufnahme nicht verwertbar. Von den restlichen 46 wurden einige mehrfach im Abstand von 1—2 Wochen untersucht. Im einzelnen setzt sich das Untersuchungsgut folgendermaßen zusammen: Wir überprüften 27 nach klinischen Gesichtspunkten als gesund zu bezeichnende Angehörige von HJ. und BDM., 12 klinische oder poliklinische Patienten, die gleichfalls klinisch als herzgesund anzusehen waren, und schließlich 7 Kinder, bei denen nach klinischen Gesichtspunkten eine Herzschädigung (Vitium, postinfektiöse Störungen) bestand.

III.

Versuchsanordnung.

1. Art der Belastung.

Um vergleichbare Resultate zu erhalten, wurde eine einheitliche Belastung gewählt. Wir ließen die Kinder 30 Kniebeugen in flottem Tempo ausführen. Diese bedeuteten einerseits eine sichtbare Anstrengung, andererseits aber auch keine Ueberbeanspruchung. Lediglich in drei Fällen glaubten wir, diese Arbeit dem Patienten nicht zumuten zu können und ließen daher als Kreislaufbelastung die Beine ohne Unterstützung 1—2 Minuten lang in der Schwebe halten. Diese Belastung wurde aber nur dann als ausreichend angesehen, wenn der Blutdruck um mindestens 10 mm Hg. anstieg.

2. Ekg-Aufnahme.

Da die Ausmessungen grundsätzlich in Ableitung II durchgeführt wurden, mußte auch nach Belastung Ablei-

tung II zuerst geschrieben werden; dies war deshalb notwendig, weil die durch die körperlichen Anstrengungen gesetzten Veränderungen häufig sehr schnell weitgehend abklingen. Aus demselben Grunde wurde auch die Belastung bei angeschlossenen Elektroden und eingeschalteter Apparatur vorgenommen. Die Ableitungsart war die klassische Extremitätenableitung, das Gerät der Spannungselektrokardiograph von Siemens. Die Filmgeschwindigkeit betrug 100—120 mm pro Sekunde.

3. Bestimmung von Blutdruck und Puls.

Der Blutdruck wurde auskultatorisch nach Riva-Rocci-Korotkow bestimmt und der Puls von einer Hilfsperson am anderen Arm palpatorisch gleichzeitig gezählt. Um die Veränderungen von Blutdruck und Puls unmittelbar nach der Belastung zu erfassen, blieb die Manschette während der Kniebeugen am Arm. Besonderes Augenmerk wurde auf die Gewinnung wirklicher Ruhewerte gerichtet, indem diese mindestens fünfmal im Abstand von einer Minute bestimmt und die niedrigsten bewertet wurden.

IV.

Methode der Ausmessung.

Wie schon oben erwähnt, sind die Ausmessungen grundsätzlich in Abteilung II vorgenommen worden. Um die feinen Differenzen möglichst genau zu erfassen, wurde mit Lupe, Millimeterpapier und Zirkel gearbeitet.

Die zu errechnenden Werte sind in der Weise bestimmt, daß jeweils 4—6 entsprechende, möglichst gleichgeformte QRS- oder R-Anstieg-Abschnitte in den Zirkel genommen und auf Millimeterpapier übertragen wurden. Danach wurde die dazugehörige Zeitschreibung ebenfalls auf das Millimeterpapier gebracht. Auf diese Weise entstehen zwei Strecken, von denen die eine, Strecke a, mehrere QRS- bzw. R-Anstieg-Intervalle, und die andere, Strecke b, die dazugehörigen Zeitabschnitte darstellen. Es gelten folgende mathematische Beziehungen:

$$\frac{\text{Strecke b in mm}}{\text{Strecke b in sec.}} = \frac{\text{Strecke a in mm}}{x}$$

x stellt die Strecke a in sec. dar und entspricht 4—6 QRS- oder R-Anstieg-Intervallen, je nach der Anzahl der verwerteten Abschnitte.

Als QRS bezeichnen wir den Abschnitt vom Beginn des Q (Q_A) bis zum Ende von S (S_E). Es entspricht diese Spanne der ganzen Dauer der Anfangsgruppe und bietet die größte Wahrscheinlichkeit, eine Verkürzung bzw. Verlängerung genau zu erfassen. In einer Reihe von Fällen war es jedoch nicht möglich, Q_A und S_E exakt zu bestimmen. Es mußte dann, wie es auch Lüderitz vorschlägt, ein sicher abgrenzbarer Teil der QRS-Gruppe ausgewertet werden. Dies war je nach der Form, die das Ekg bot, der Abschnitt Q-Spitze bis S-Spitze, oder es wurde die Abgrenzung beim Uebergang der dickgeschriebenen Q- oder S-Zacke in die dünngeschriebene R-Zacke getroffen. Beim Fehlen eines deutlichen Q grenzten wir an der Stelle ab, wo sich R von der Nullinie erhebt, beim Fehlen von S dort, wo R zur Nullinie zurückkehrt. Es resultiert bei dieser Art der Ausmessung von QRS wohl ein kleinerer Wert, doch es kam uns ja nicht auf die Erfassung einer absoluten Zahl für die QRS-Dauer an, als vielmehr auf die Feststellung, ob durch die körperliche Arbeit eine Veränderung, d. h. Verkürzung oder Verlängerung des zu bewertenden Abschnittes eingetreten war.

Als R-Anstieg bezeichneten wir den Teil des Ekg vom Beginn des Q bis zum höchsten Punkt der R-Zacke (näheres s. u. V.).

Die Errechnung des Schlagintervalls erfolgte immer in dem Teil der Ableitung II des Ekg, in dem die Zeitschreibung bereits regelmäßig war. Es wurde die Zeit von 4—6 RR-Intervallen bestimmt und danach ein Durchschnittswert durch Division errechnet.

V.

Gesichtspunkte für die Auswertung.

Die QRS-Zeit wurde nach den Angaben von Schellong (vgl. die Einleitung) bewertet.

Einer besonderen Besprechung bedarf die Anstiegzeit. Diese — gemessen vom Beginn der QRS-Gruppe bis zum Scheitelpunkt der R-Zacke — entspricht nach der Differenztheorie offenbar dem zeitlichen Intervall des Beginns der beiden einphasischen Aktionsströme (Koch). Die Anstiegzeit ist also die Reizausbreitungszeit im engeren Sinne, während die QRS-Dauer die Zeit der maximalen Er-

regungsausbreitung in den Ventrikeln darstellt. Uns interessierte nun, ob sich Anstiegzeit und QRS-Dauer gleichsinnig verhalten. In 25 Fällen wurde daher neben der QRS-Dauer auch die Anstiegzeit bestimmt.

Für die Beurteilung der Zeit, in der Blutdruck und Puls die Ausgangswerte nach der Belastung wieder erreichen, hielten wir uns an die üblichen Normalwerte: der Blutdruck muß spätestens 5 Minuten nach der Belastung den Ausgangswert erreicht haben, während die Frequenz normaler Weise in der 2. Minute zum Ruhewert zurückgeht. Für beide gilt eine Streubreite von 5 mm Hg, bzw. 5 Schläge pro Minute.

VI.

Untersuchungsergebnisse.

Von einer Wiedergabe der Untersuchungsprotokolle wurde abgesehen.[1]) Es werden im folgenden sofort die Ergebnisse besprochen und zur besseren Uebersicht in Tabellen dargelegt.

1. Das Verhalten der QRS-Dauer.

a) bei Angehörigen von HJ. und BDM.

Die Untersuchungsergebnisse im Hinblick auf das Verhalten der QRS-Dauer sind aus Tabelle I zu ersehen. Wir entnehmen daraus, daß von den 27 herzgesunden Angehörigen von HJ. und BDM. nur 18 ein normales Verhalten im Sinne Schellongs aufweisen (in der Tabelle Rubrik 1) 3 Fälle dagegen (Fall 10, 13 und 19) verhielten sich insofern pathologisch, als sie keine oder nur eine geringe primäre Verkürzung zeigten, dazu aber eine deutliche sekundäre Verlängerung (in der Tabelle Rubrik 2 d). Weiterhin waren 4 Fälle (17,11, 21 und 23) der Gruppe HJ. und BDM. nach den Kriterien Schellongs als pathologisch zu bezeichnen, indem sie statt der normalen primären Verkürzung eine primäre Verlängerung von verschiedenem Ausmaß aufwiesen (Rubrik 3 und 4). 2 Fälle schließlich (Fall 2 und 16) sind ebenfalls als pathologisch zu bewerten, weil sie eine sekundäre Verlängerung der QRS-Dauer zeigen, die größer ist, als die primäre Verkürzung (Tabelle I Rubrik 5).

[1]) Die Untersuchungsprotokolle befinden sich zur Einsicht im Dekanat der Medizinischen Fakultät.

Zusammenfassend muß also festgestellt werden, daß von 27 im klinischen Sinne gesunden und leistungsfähigen Jugendlichen 9 ein krankhaftes Verhalten der QRS-Dauer im Sinne Schellongs aufwiesen. Zur Würdigung dieses Befundes ist zu betonen, daß es sich um körperlich leistungsfähige Kinder handelte, die den vorgeschriebenen Sport und zum Teil auch Ferienlager mitmachten. Es ist daraus zu folgern, daß Leistungsfähigkeit im klinischen Sinne kein absoluter Maßstab für die Herzfunktion ist. Feine Störungen der Partialfunktion des Herzens „Intraventriculäre Erregungsausbreitung", wie sie in dem pathologischen Verhalten der QRS-Dauer nach Belastung zum Ausdruck kommen, können offensichtlich ohne Schädigung der mechanischen Kreislauffunktion bestehen. Wir müssen aus dieser Tatsache einerseits auf eine große Empfindlichkeit (oder Ueberempfindlichkeit?) der Methode Schellongs bei der Erkennung funktioneller Störungen schließen, andererseits auf die geringe Auswirkung dieser Funktionsstörung im klinischen Sinne. Die mechanische Leistungsfähigkeit des Herzens braucht dadurch in keiner Weise beeinträchtigt zu sein. Trotzdem darf man wohl die pathologischen Befunde hinsichtlich des Verhaltens der QRS-Zeit nach Belastung nicht gering achten, weisen sie doch auf eine Störung einer wichtigen Partialfunktion des Herzens hin. Der anscheinende Widerspruch zwischen Ekg-Befund und körperlicher Leistungsfähigkeit spricht nicht gegen die klinische Bedeutung der QRS-Bewertung in der Belastungselektrokardiographie, sondern kann vielmehr als Hinweis auf die außerordentliche Empfindlichkeit dieser Methode zur Erkennung klinisch latenter Herzfälle ausgelegt werden. Unter diesem Gesichtspunkt war das Verhalten der QRS-Dauer in solchen Fällen wichtig, in denen auch nach klinischen Gesichtspunkten eine Herzschädigung irgendwelcher Art anzunehmen war (vgl. Abschnitt VI, 1 c S. 13).

b) bei herzgesunden Klinikpatienten.

In diese Gruppe gehören 12 Fälle. Die klinischen Befunde waren folgende: Morbus Osler, Enuresis nocturna, Adipositas, Scorbut, Hilus-Tbc, progressive Muskeldystrophie, Epilepsie; 2 Fälle (9 und 41) ohne derzeitigen klinischen Befund. Bei Fall 9 bestand vor einem Jahr eine postanginöse Herzschädigung unter dem elektrographischen Bilde einer Rechtscoronarinsuffizienz und bei Fall 41 war

Tabelle I.

QRS	HJ u. BDM	Klinikfälle	Herzfälle
1. QRS-Verkürzung primär größer als $^2/_{1000}$", sekundär nicht oder weniger verlängert als primär verkürzt	1, 3, 4, 5, 7, 14, 15, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 18	32, 33, 34, 35, 38, 40, 41, 43 8	42, 48[2], 49[2] 1 (3)
2. Keine oder geringe (d. h. $^2/_{1000}$" und weniger) primäre Verkürzung			
a) sekundär weiter verkürzt	—	—	—
b) sekundär nicht verlängert	—	—	47[1] 1
c) sekundär etwas (bis $^2/_{1000}$") verlängert	—	37,50 2	—
d) sekundär mehr als $^2/_{1000}$" verlängert	10, 13, 19 3	39 1	46, 48[1] 2
3. Geringe (d. h. kleiner als $^2/_{1000}$") primäre Verlängerung mit fraglichem Sekundärverhalten			
a) weitere Verlängerung	17 1	—	44 1
b) keine weitere Verlängerung	—	—	—
4. Primäre Verlängerung (mehr als $^2/_{1000}$")	11, 21, 23 3	—	49[1] 1
5. Sekundäre Verlängerung größer als primäre Verkürzung	2,16 2	9 1	45, 47[2] 1 (2)

vor Jahren eine infektiöse Herzschädigung ärztlicherseits festgestellt worden.

Von diesen 12 Fällen erwiesen sich 8 hinsichtlich der QRS-Dauer als normal, 2 Fälle dagegen (Fall 9 und 39) zeigten ein krankhaftes Verhalten der QRS-Dauer nach Belastung (Tabelle I Rubrik 5 und 2d). Bei Fall 9 bestand vor einem Jahr eine postanginöse Herzschädigung und bei Fall 39 zur Zeit eine Hilus-Tbc. Die letzten beiden Fälle dieser Gruppe (Fall 37 und 50) waren hinsichtlich der QRS-Dauer nach Belastung weder eindeutig normal noch eindeutig pathologisch im Sinne Schellongs und gehören in Rubrik 2c der Tabelle I.

c) bei Herzgeschädigten im klinischen Sinne.

Diese Gruppe umfaßt 7 Kinder; 3 mit kompensierten Mitralvitien, 1 Fall mit einer Herzschädigung nach Chorea minor und 3 Fälle mit postdiphtherischen Schädigungen. Die 3 letztgenannten wurden im Abstand von 1—2 Wochen nachuntersucht und waren im Ergebnis besonders beachtenswert.

Von den drei Mitralvitien zeigte Fall 42 ein normales Verhalten der QRS-Zeit nach Belastung, während Fall 45 und 46 pathologische waren nach Rubrik 5 und 2d in der Tabelle I.

Die Herzschädigung nach Chorea minor (Fall 44) verhielt sich pathologisch nach Rubrik 3 der Tabelle I.

Von den drei Kindern mit postdiphtherischen Schädigungen zeigten Fall 48[1] und 49[1] eine sekundäre bzw. primäre Verlängerung von QRS nach Belastung, die bei der Wiederholung nach 8 bzw. 14 Tagen mit fortschreitender Rekonvaleszenz zu einem normalen Verhalten übergingen (Fall 48[2] und 49[2]). Fall 47[1] erwies sich bei der ersten Belastung als fragwürdig, indem er weder eindeutig normal, noch eindeutig pathologisch war (Rubrik 2b der Tabelle I). Bei der zweiten Belastung, die acht Tage später vorgenommen wurde, war das Ergebnis insofern im Sinne Schellongs pathologisch, als die sekundäre Verlängerung größer als die primäre Verkürzung war (Fall 47[2]).

Fassen wir die letzten Ergebnisse zusammen, so ist festzustellen, daß sich von sieben Herzfällen zunächst sechs als krankhaft hinsichtlich der Aenderungen der QRS-Dauer erwiesen. Zwei Fälle davon zeigten im Verlauf der Rekonvaleszenz bei einer späteren Belastung eine normale QRS-Verkürzung. Aus dem Umstand, daß von sieben

Tabelle II.

R Anstieg	HJ u. BDM	Klinikfälle	Herzfälle
1. R-Anstieg = Verkürzung primär größer als $^2/_{1000}$", sekundär nicht oder weniger verlängert als primär verkürzt	1, 3, 4, 14, 15, 17, 18, 20, 22, 24, 25, 31 12	—	44, 48[2] 1 (2)
2. Keine oder geringe (d. h. $^2/_{1000}$" und weniger) primäre Verkürzung dabei			
a) sekundär weiter verkürzt	7,29 2	—	46, 49[2] 1 (2)
b) sekundär nicht verlängert	19 1	—	—
c) sekundär etwas (bis $^2/_{1000}$" verlängert	—	50,9 2	—
d) sekundär mehr als $^2/_{1000}$") verlängert	16 1	—	48,[1] 1
3. Geringe (d. h. kleiner als $^2/_{1000}$") primäre Verlängerung mit fraglichem Sekundärverhalten	—	—	—
a) weitere Verlängerung			
b) keine weitere Verlängerung	—	—	—
4. Primäre Verlängerung (mehr als $^2/_{1000}$")	—	—	49[1] 1
5. Sekundäre Verlängerung größer als primäre Verkürzung	10, 11, 13 3	—	—

Herzfällen sich sechs pathologisch verhielten, und daß zwei von diesen im Verlaufe klinischer Behandlung normalisiert werden konnten, schließen wir auf die klinische Bedeutung der QRS-Bewertung. Während aus der Gruppe HJ. und BDM., sowie von der Gruppe herzgesunder Klinikpatienten nur 33 % krankhafte QRS-Veränderungen aufwiesen, waren es von den Herzfällen etwa 85 %.

2. Das Verhalten der R-Anstiegzeit.

Im folgenden verglichen wir, wie sich die R-Anstiegzeit zur QRS-Dauer nach Belastung verhält. Wir untersuchten 25 unserer 46 geprüften Fälle. Das Verhalten der R-Anstiegzeit wurde nach denselben Richtlinien, wie sie Schellong für die QRS-Dauer angegeben hat, bewertet (vgl. Tabelle II). Daraus geht hervor, daß das Endergebnis für die Gruppen HJ. und BDM. und die herzgesunden Klinikfälle nach beiden Bewertungsmöglichkeiten dasselbe ist; d. h. Fälle, die bezüglich des Verhaltens der QRS-Dauer nach Belastung als pathologisch angesehen werden müssen, verdienen bei Bewertung der R-Anstiegzeit dasselbe Urteil. Lediglich bei den Patienten mit klinischem Herzbefund ergaben sich in zwei Fällen Unterschiede (Fall 44 und 46). Während Fall 44 bei Bewertung der QRS-Zeit nach Rubrik 3 a der Tabelle I pathologisch war, gehörte dieser Fall bei Bewertung der Anstiegzeit in Rubrik 1 der Tabelle II und war somit normal. Das umgekehrte beobachteten wir bei Fall 46, wie aus einem Vergleich der Tabelle I und II hervorgeht.

Das unterschiedliche Ergebnis hinsichtlich des Verhaltens der QRS- und R-Anstiegzeit nach Belastung ist auffallend, da beide Bewertungen die gleiche Partialfunktion des Herzens, nämlich die intraventriculäre Erregungsausbreitung zu erfassen suchen. Mit Rücksicht auf die geringe Zahl der bewerteten Fälle (25) kann über die klinische Brauchbarkeit der R-Anstiegzeit bezüglich ihrer Veränderung nach Belastung nichts abschließendes gesagt werden. Möglicherweise sind die Unstimmigkeiten auch meßtechnisch bedingt, indem die zahlenmäßige Erfassung derartig kleiner Größen auch bei schnellem Filmablauf und bei der beschriebenen Meßmethode unzureichend ist.

3. Das Verhalten des Blutdrucks.

Aus Tabelle III, in welcher das Verhalten der QRS-

Tabelle III.

QRS	Das Verhalten des Blutdruckes					
	HJ und BDM		Klinikfälle		Herzfälle	
	Normaler Abfall	nach 5 Min. Ruhewerte nicht erreicht	Normaler Abfall	nach 5 Min. Ruhewerte nicht erreicht	Normaler Abfall	nach 5 Min. Ruhewerte nicht erreicht
1. QRS-Verkürzung primär größer als $^2/_{1000}$", sekundär nicht oder weniger verlängert als primär verkürzt	1, 3, 4, 5, 7, 15, 18, 20, 22, 25, 26, 31 **12**	14, 24, 27, 28, 29, 30, **6**	33, 34, 38, 41, 43 **5**	32, 35, 40 **3**	42, 49[2] **1 (2)**	48[2] **(1)**
2. Keine oder geringe (d. h. $^2/_{1000}$ und weniger) primäre Verkürzung a) sekundär weiter verkürzt	—	—	—	—	—	—
b) sekundär nicht verlängert	—	—	—	—	—	47[1] **1**
c) sekundär etwas bis $^2/_{1000}$" verlängert	—	—	37,50 **2**	—	—	—
d) sekundär mehr als $^2/_{1000}$") verlängert	10,19 **2**	13 **1**	39 **1**	—	46, 48[1] **2**	—
3. Geringe (d. h kleiner als $^2/_{1000}$") primäre Verlängerung mit fraglichem Sekundärverhalten a) weitere Verlängerung	17 **1**	—	—	-	—	44 **1**
b) keine weitere Verlängerung	—	—	—	—	—	—
4. Primäre Verlängerung (mehr als $^2/_{1000}$")	11, 21, 23 **3**	—	—	—	49[1] **1**	—
5. Sekundäre Verlängerung größer als primäre Verkürzung	2,16 **2**	—	9 **1**	—	—	45, 47[2] **1 (2)**

Zeit und das Verhalten des Blutdrucks gegenübergestellt wurden, geht hervor, daß keine gesetzmäßige Uebereinstimmung zwischen diesen beiden Partialfunktionen nach Belastung besteht. Danach ist es durchaus möglich, daß ein Fall bei Beurteilung der QRS-Dauer im Schellong'schen Sinne normal, bei Beurteilung des Blutdruckabfalls nach Belastung dagegen pathologisch ist. Auch das Umgekehrte kommt vor. Die Erklärung dafür liegt offenbar an folgendem: die QRS-Dauer ist ein Ausdruck für elektrische Vorgänge; der Blutdruck dagegen für mechanische Vorgänge, die außerdem nicht nur vom Herzen, sondern auch vom Gefäßsystem entscheidend beeinflußt werden.

4. Das Verhalten der Herzfrequenz.

In Tabelle IV verglichen wir das Verhalten der Herzfrequenz mit den Veränderungen der QRS-Dauer nach Belastung. Das Ergebnis ist entsprechend wie bei dem Vergleich zwischen QRS-Dauer und Blutdruck, indem bei Bewertung der Pulsfrequenz nach Belastung manche Fälle als pathologisch angesehen werden müssen, die sich hinsichtlich der QRS-Dauer normal verhielten und umgekehrt. Einzelheiten sind aus Tabelle IV zu entnehmen.

Zur Deutung dieser Ergebnisse wiederholen wir, daß bei jeder Belastung eine Menge von Partialfunktionen des Herzens bzw. des ganzen Gefäßsystems ablaufen, die wahrscheinlich weitgehend voneinander unabhängig sind.

5. Formale Veränderungen im Ekg vor und nach Belastung.

Tabelle V enthält eine Gegenüberstellung des formalen Verhaltens des Ekg und der QRS-Bewertung. Diese war um so wichtiger, als beides ein Ausdruck der elektrischen Vorgänge des Herzens ist. Während es sich aber bei der QRS-Dauer um eine wohldefinierte elektrische Partialfunktion handelt, sind die Störungen, die den als pathologisch zu bewertenden formalen Ekg-Veränderungen zu Grunde liegen, nicht einheitlich. Lediglich die ST-Senkung nach Belastung kann wahrscheinlich auf die Partialfunktion „Blutversorgung des Herzmuskels" zurückgeführt werden.

Bei der genannten Gegenüberstellung ergab sich das selbe, wie wir in den vorherigen Abschnitten über Blutdruck und Puls sahen. Es gibt Fälle, die sich hinsichtlich der QRS-Dauer, sowie der Veränderungen von Blutdruck und Puls nach Belastung normal verhalten, die aber gleich-

Tabelle IV.

QRS	Das Verhalten des Pulses					
	HJ und BDM		Klinikfälle		Herzfälle	
	Normales Verhalten	Ruhewert nach 2 Min. nicht erreicht (anormal)	Normales Verhalten	Ruhewert nach 2 Min. nicht erreicht (anormal)	Normales (Verhalten)	Ruhewert nach 2 Min. nicht erreicht (anormal)
1. QRS-Verkürzung primär größer als $^2/_{1000}$", sekundär nicht oder weniger verlängert als primär verkürzt	1, 3, 4, 5, 7, 14, 15, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 31 **14**	24, 26, 27, 29, **4**	32, 33, 34, 35, 38, 40, 41, 43, **8**	—	42, 49[2] 48[2] **1 (3)**	—
2. Keine oder geringe (d. h. $^2/_{1000}$" u. weniger) primäre Verkürzung						
a) sekundär weiter verkürzt	—	—	—	—	—	—
b) sekundär nicht verlängert	—	—	—	—	—	47[1] **1**
c) sekundär etwas bis $^2/_{1000}$" verlängert	—	—	37,50 **2**	—	—	—
d) sekundär mehr als $^2/_{1000}$") primäre	10, 13, 19 **3**	—	39 **1**	—	46, 48[1] **2**	—
3. Geringe (d. h. kleiner als $^2/_{1000}$") primäre Verlängerung mit fraglichem Sekundärverhalten						
a) weitere Verlängerung	17 **1**	—	—	—	—	44 **1**
b) keine weitere Verlängerung	—	—	—	—	—	—
4. Primäre Verlängerung (mehr als $^2/_{1000}$")	21, 11, 23 **3**	—	—	—	49[1] **1**	—
5. Sekundäre Verlängerung größer als primäre Verkürzung	2,16 **2**	—	—	9 **1**	—	45, 47[2] **1 (2)**

Tabelle V.

QRS	Sonstiges formales Verhalten des Ekg.					
	HJ und BDM		Klinikfälle		Herzfälle	
	Normales Ekg.	Abweichung vom normalen Ekg.	Normales Ekg.	Abweichung vom normalen Ekg.	Normales Ekg.	Abweichung vom normalen Ekg.
1. QRS-Verkürzung primär größer als $^2/_{1000}$", sekundär nicht oder weniger verlängert als primär verkürzt	1,3,4,5, 7,14,15 18, 20, 22, 24, 25, 27, 29, 30 31 **16**	26, 28, **2**	33, 34, 38, 40, 41 **5**	32, 35, 43 **3**	49[2] (1)	42, 48[2] **1** (2)
2. Keine oder geringe (d. h. $^2/_{1000}$" u. weniger) primäre Verkürzung						
a) sekundär weiter verkürzt	—	—	—	—	—	—
b) sekundär nicht verlängert	—	—	—	—	47[1] **1**	—
c) sekundär etwas bis $^2/_{1000}$" verlängert	—	—	—	37,50 **2**		
d) sekundär mehr als $^2/_{1000}$" verlängert	19,10 **2**	13 **1**	39 **1**	—	48[1] **1**	46 **1**
3. Geringe (d. h. kleiner als $^2/_{1000}$") primäre Verlängerung mit fraglichem Sekundärverhalten						
a) weitere Verlängerung	17 **1**	—	—	—	—	44 **1**
b) keine weitere Verlängerung	—	—	—	—	—	—
4. Primäre Verlängerung (mehr als $^2/_{1000}$")	11, 21, 23 **3**	—	—	—	49[1] **1**	—
5. Sekundäre Verlängerung größer als primäre Verkürzung	2 **1**	16 **1**	—	9 **1**	47[2] (1)	45 **1**

zeitig eine Senkung von ST in Ableitung II und III aufweisen, oder ein isoelektrisches T_I nach Belastung, wie z. B. Fall 42 und 43. Andererseits kann man auch beobachten, daß sich ein Herz nach Belastung hinsichtlich der QRS-Dauer, sowie des Blutdrucks und Pulses pathologisch verhält, dabei aber formale Ekg-Veränderungen vermissen läßt.

6. Gegenüberstellung der in VI 1—5 angeführten Untersuchungsergebnisse.

Tabelle VI zeigt die Untersuchungsergebnisse noch einmal in übersichtlicher Form, indem die einzelnen Kreislauffunktionen, welche wir in ihrem Verhalten nach körperlicher Anstrengung überprüften, nebeneinander dargestellt sind, und zwar gesondert bei Angehörigen von HJ. und BDM., bei herzgesunden Klinikpatienten und bei klinisch-herzkranken Kindern. Aus dem Vergleich der verschiedenen Bewertungsmöglichkeiten geht hervor, daß die Beurteilung nach einem einzigen Kriterium unzureichend ist, daß vielmehr nach möglichst vielen Gesichtspunkten entsprechend den mannigfachen Partialfunktionen des Herzens ausgewertet werden muß. Es erwies sich, von den verwandten Kriterien die QRS-Zeit als das empfindlichste Zeichen einer Funktionsstörung, wie aus folgender Uebersicht hervorgeht:

	HJ u. BdM	Klinikfälle	Herzfälle
Q-R-S bezw. R-Anstieg allein pathologisch	2, 10, 11, 17, 19, 21, 23 **7**	39 **1**	48[1], 49[1] **2**
Blutdruck allein pathologisch	14, 30 **2**	40 **1**	—
Puls allein pathologisch	—	—	—
Formales Verhalten des Ekg allein pathologisch	—	43 **1**	42 **1**

Tabelle VI.

	HJ und BDM										Klinikfälle										Herzfälle									
	QRS	R-Anstieg		Blutdruck		Puls		Form. Verhalten des Ekg.			QRS	R-Anstieg		Blutdruck		Puls		Form. Verhalten des Ekg.			QRS	R-Anstieg		Blutdruck		Puls		Form. Verhalten des Ekg.	
		Normale Verkürzung	anormal	Normaler Abfall	Ruhewerte nach 5 Min. nicht erreicht	Normales Verhalten	Ruhewerte nicht erreicht (abnormes Verhalten)	o. B.	nicht o. B.			Normale Verkürzung	anormal	Normaler Abfall	Ruhewerte nach 5 Min. nicht erreicht	Normales Verhalten	Ruhewerte nicht erreicht (abnormes Verhalten)	o. B.	nicht o. B.			Normale Verkürzung	anormal	Normaler Abfall	Ruhewerte nach 5 Min. nicht erreicht	Normales Verhalten	Ruhewerte nicht erreicht (abnormes Verhalten)	o. B.	nicht o. B.
1) QRS-Verkürzung primär größer als $^2/_{1000}$", sekundär nicht oder weniger verlängert als primär verkürzt	1, 3, 4, 5, 7, 14, 15, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 **18**	1, 3, 4, 14, 15, 17, 18, 20, 22, 24, 25, 31, **12**	—	1, 3, 4, 5, 7, 15, 18, 20, 22, 25, 26, 31 **12**	14, 24, 27, 28, 29, 30 **6**	1, 3, 4, 5, 7, 14, 15, 18, 20, 22, 25, 24, 28, 30, 31 **15**	26, 27, 29 **3**	1, 3, 5, 7, 14, 15, 18, 20, 22, 24, 25, 27, 29, 30, 31 **16**	26, 28 **2**		32, 33, 34 35, 38, 40 41, 43 **8**	—	—	33, 34, 38 41, 43 **5**	32, 35, 40 **3**	32, 33, 34 35, 38, 40 41, 43 **8**	—	33, 34, 38. 40, 41 **5**	32, 35, 43 **3**		42, 48², 49² **1 (3)**	44, 48² **1 (2)**	—	42, 49² **1 (2)**	48² **1**	42, 49², 48² **1 (3)**	—	49² **1**	42, 48² **1 (2)**
2. Keine oder geringe (d. h. $^2/_{1000}$" u. weniger) primäre Verkürzung																														
a) sekundär weiter verkürzt	—	7,29 **2**	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	46, 49²	—	—	—	—	—	—	
b) sekundär nicht verlängert	—	—	19 **1**	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—		47¹ **1**	—	—	—	47¹ **1**	—	47¹ **1**	47¹ **1**	—	
c) sekundär etwas (bis $^2/_{1000}$" verlängert)	—	—	—	—	—	—	—	—	—		37,50 **2**	—	50,9 **2**	37,50 **2**	—	37,50 **2**	—	—	37,50 **2**		—	—	—	—	—	—	—	—	—	
d) sekundär mehr als $^2/_{1000}$") verlängert	10, 13, 19 **3**	—	16 **1**	10, 19 **2**	13 **1**	10, 13, 19 **3**	—	10, 19 **2**	13 **1**		39 **1**	—	—	39 **1**	—	39 **1**	—	39 **1**	—		46, 48¹ **2**	—	48¹ **1**	46, 48¹ **2**	—	46, 48¹ **2**	—	48¹ **1**	46 **1**	
3. Geringe (d. h. kleiner als $^2/_{1000}$") primäre Verlängerung mit fraglichem Sekundärverhalten a) weitere Verlängerung	17 **1**	—	—	17 **1**	—	17 **1**	—	17 **1**	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—		44 **1**	—	—	—	44 **1**	—	44 **1**	—	44 **1**
b) keine weitere Verlängerug	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Primäre Verlängerung (mehr als $^2/_{1000}$")	11, 21, 23 **3**	—	—	11, 21, 23 **3**	—	11, 21, 23 **3**	—	11, 21, 23 **3**	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—		49¹ **1**	—	49¹ **1**	49¹ **1**	—	49¹ **1**	—	49¹ **1**	—
5. Sekundäre Verlängerung größer als primäre Verkürzung	2,16 **2**	—	10, 11, 13 **3**	2,16 **2**	—	2,16 **2**	—	2 **1**	16 **1**		9 **1**	—	—	9 **1**	—	—	9 **1**	—	9 **1**		45, 47² **1 (2)**	—	—	—	45, 47² **1 (2)**	—	45, 47² **1 (2)**	47² (1)	45 **1**

Dabei wurden für die drei Gruppen der untersuchten Kinder getrennt die Fälle aufgeführt, die jeweils nur ein Merkmal einer gestörten Funktion aufwiesen. Wir entnehmen daraus — wie schon oben gesagt — daß die Veränderung der QRS-Zeit nach Belastung bei weitem am häufigsten als einziges Merkmal einer Funktionsstörung auftritt und somit das empfindlichste Kriterium zu sein scheint. Weiterhin geht aus der Uebersicht hervor, daß ein pathologisches Verhalten der Herzfrequenz nach Belastung bei unseren Untersuchungen niemals als alleinige Funktionsstörung vorkommt, sondern stets noch von Aenderungen auch anderer Partialfunktionen begleitet ist. Darin sehen wir einen Beweis für die diagnostische Bedeutung, die der Pulszählung bei Beurteilung einer Kreislauffunktion nach klinischen Gesichtspunkten schon von jeher zukam.

VII.

Die klinische Bedeutung gestörter Partialfunktionen.

Für die klinische Beurteilung der Fälle, die sich nach den oben genannten Kriterien mehr oder weniger als pathologisch erwiesen, ist zu berücksichtigen, daß sämtliche Kinder — auch die mit klinischem Herzbefund — in kreislaufmechanischer Hinsicht völlig suffizient waren. Wir folgern daraus, daß die genannten Funktionsprüfungen nichts oder nur wenig über die mechanische Leistungsfähigkeit des Herzens aussagen. Jhre Bedeutung liegt vielmehr darin, daß sie uns funktionelle Störungen von Herz- und Gefäßsystem aufdecken, die nicht unmittelbar mit der mechanischen Leistungsfähigkeit zusammenhängen. Die Aufgabe des Arztes wird es sein, diese Befunde in genetischer und prognostischer Hinsicht auszudeuten. Es wird zu entscheiden sein, ob es sich um eine vorübergehende Störung handelt — etwa als Ausdruck eines abklingenden Infektes — oder ob in den Veränderungen ein Zeichen einer beginnenden Herzmuskelerkrankung, z. B. der Fokalinfektion zu sehen ist. Unter diesen Gesichtspunkten ist die Kreislauffunktionsprüfung sicher wertvoll und kann in jenen Fällen ein genaues Bild liefern, in denen die Diagnose durch die übrigen Methoden nicht aufgeklärt zu werden vermag.

VIII.

Zusammenfassung.

Es wurden an fünfzig Kindern Kreislauffunktionsprüfungen angestellt und die verschiedenen Möglichkeiten funktioneller Kreislaufdiagnostik nebeneinander durchgeführt. Insbesondere interessierte das Verhalten der QRS-Dauer als der Zeit der maximalen Erregungsausbreitung in den Ventrikeln und der R-Anstieg, das Zeitintervall vom Beginn des Q bis zum Scheitelpunkt der R-Zacke, das der Reizausbreitungszeit im engeren Sinne entspricht.

Bei der Bewertung der QRS-Veränderungen nach Belastung hielten wir uns an die Angaben von Schellong. Die Tatsache, daß sich von den 27 klinisch herzgesunden Angehörigen von HJ. und BDM. und den 12 Klinikpatienten, bei denen klinisch ebenfalls keine Zeichen einer Herzschädigung festzustellen waren, trotzdem 33 % bezüglich der QRS-Dauer als pathologisch erwiesen, ist offenbar ein Ausdruck für die Empfindlichkeit der Methode Schellongs bei der Erkennung funktioneller Störungen. Die QRS-Bewertung ist somit ein Weg zur Erfassung klinisch latenter Herzschädigungen. In diesem Sinne spricht auch das Ergebnis der Herzkranken, von denen sich 85 % als pathologisch erwiesen.

Das Verhalten der R-Anstiegzeit, die die gleiche Partialfunktion des Herzens — nämlich die intraventrikuläre Erregungsausbreitung — zu erfassen sucht, verfolgten wir in 25 Fällen. In zwei Fällen stimmten die Ergebnisse der R-Anstieg- und der QRS-Bewertung jedoch nicht überein. Im Hinblick auf die geringe Zahl der untersuchten Fälle und die Schwierigkeit der Erfassung derartig kleiner Werte kann nichts abschließendes über die R-Anstiegzeit und ihr Verhalten nach körperlicher Anstrengung gesagt werden.

Ein Vergleich zwischen den QRS-Veränderungen und dem Verhalten von Blutdruck und Puls nach Belastung brachte keine übereinstimmenden Resultate. Demnach kann ein Fall sich in dem Verhalten von Blutdruck bzw. Puls durchaus als normal erweisen, während die QRS-Veränderungen eine intraventrikuläre Reizausbreitungsstörung dokumentieren. Eine Erklärung hierfür mag darin zu sehen sein, daß Blutdruck und Puls nicht nur vom Herzen, sondern auch vom Gefäßsystem weitgehend zu beeinflussen sind.

Weiterhin konnte festgestellt werden, daß bei einem pathologischen Verhalten der QRS-Dauer nach Belastung formale Ekg-Veränderungen durchaus fehlen können und daß andererseits bei normalem QRS-Verhalten im Ekg deutliche formenmäßige Veränderungen der einzelnen Zacken oder Strecken sichtbar sind. Es ist dies wiederum ein Beweis, daß die QRS-Veränderung eine bestimmte Partialfunktion des Herzens zum Ausdruck bringt.

Die Gegenüberstellung der verschiedenen Kriterien der Kreislauffunktionsprüfung (die QRS-Dauer, der R-Anstieg, das Verhalten von Blutdruck und Puls und die formalen Ekg-Veränderungen) hat eindeutig gezeigt, daß eine weitgehende Unabhängigkeit der genannten Partialfunktionen besteht. Für die Praxis kommt, wie schon seit jeher bekannt, der Pulsbewertung eine große Bedeutung zu; dafür ist auch die Tatsache wieder ein Beweis, daß sich bei unseren 50 Fällen niemals der Puls allein pathologisch verhielt, sondern dann stets auch von Störungen anderer Partialfunktionen begleitet war.

Zum Schluß wird darauf hingewiesen, daß alle untersuchten Fälle in kreislaufmechanischer Hinsicht suffizient waren, obgleich eindeutige Störungen der genannten Partialfunktionen bestanden. Der weiteren Forschung bleibt es vorbehalten, zu ergründen, in welcher Weise jene Störungen klinisch zum Ausdruck kommen.

Am Ende meiner Ausführungen danke ich Herrn Dr. Ohr für die freundliche Hilfe bei der Gestaltung der vorliegenden Arbeit.

Anmerkung: Die Arbeit wurde mit Erlaubnis der Herren Referenten gekürzt. Die vollständige Dissertation liegt zur Einsicht im Dekanat der Medizinischen Fakultät.

Literatur

Koch, E., „Allgemeine Elektrokardiographie", Verlag Steinkopff, Dresden 1939.

Lüderitz, Zeitschrift für Kreislaufforschung, 1939, Heft 17, Seite 625 bis 633.

Schellong, „Regulationsprüfung des Kreislaufs", Verlag Steinkopff, Dresden 1938.

Lebenslauf

Am 14. Juli 1916 wurde ich, Maria Domogalla, zu Breslau als Tochter des Schneidermeisters Philipp Domogalla und dessen Ehefrau Martha, geb. Schwintek geboren.

Von Ostern 1922 bis Ostern 1925 besuchte ich die Mittelschule des Lehrerinnenseminars zu Breslau und von Ostern 1925 an sechs Jahre die Mittelschule und vier Jahre das Lyzeum der Ursulinen zu Breslau. Nach bestandener Reifeprüfung und abgeleistetem Arbeitsdienst widmete ich mich dem Studium der Medizin. Vom Wintersemester 1935/36 bis zum 1. Trimester 1940 war ich an der Breslauer Universität immatrikuliert, mit Ausnahme des Sommersemesters 1938, in dem ich an der Universität Freiburg i. Br. eingeschrieben war. Die ärztliche Vorprüfung und das Staatsexamen legte ich in Breslau ab. Die Bestallung erfolgte am 13. Juli 1940.

Seit Beendigung des Staatsexamens bin ich an der Universitäts-Kinderklinik, Breslau unter Prof. Dr. Stolte tätig.